Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 32 (1941)

Heft: 8

Artikel: Der Antrieb durch Mehrstufenmotoren und deren Steuerung

Autor: Niedermann, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1060003

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Siehe Rechtliche Hinweise.

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. Voir Informations légales.

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. See Legal notice.

Download PDF: 24.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Fig. 4 zeigt als Beispiel die Auswertung für einige Oberwellen bei einem Steuerwinkel $\alpha = 30°$.

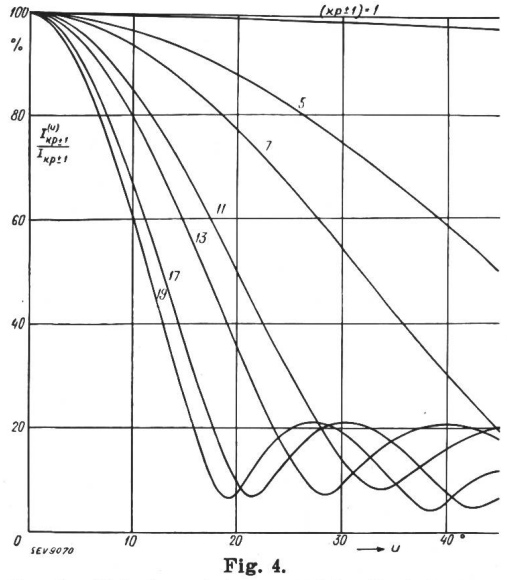
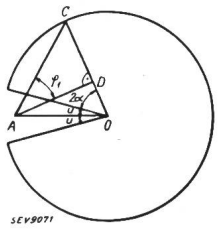


Fig. 4.
Oberwellen im Netzstrom bei $\alpha = 30°$ im Verhältnis zu ihren Werten bei Vernachlässigung der Ueberlappung.



$$\overline{AO} = \frac{1}{2}\sin u \qquad \frac{I_1^{(u)}}{I_1} = \frac{\overline{AC}}{2\,\varepsilon_x}$$

$$\overline{CO} = \frac{1}{2}u \qquad \cos\varphi_1 = \frac{\overline{AD}}{\overline{AC}}$$

Fig. 5.
Konstruktion für die Grundwelle im Netzstrom und für ihren Leistungsfaktor.

Bemerkt sei noch, dass das Verfahren auch für die Grundwelle ($\varkappa = 0$) gilt, wobei aus obigen Angaben folgt, dass $\overline{OA} = \frac{1}{2}\sin u$ und $\overline{OC} = \frac{u}{2}$ wird. In Fig. 5 ist die Konstruktion für die Grundwelle durchgeführt, um zu zeigen, dass man demselben Diagramm auch den Grundwellenleistungsfaktor entnehmen kann. Man braucht nämlich nur von A aus eine Senkrechte auf $\overline{OC}$ zu ziehen, die im Punkt D endet; dann ist der Leistungsfaktor der Grundwelle

$$\cos\varphi_1 = \frac{\overline{AD}}{\overline{AC}}$$

Es kann dies leicht bewiesen werden; es ist nämlich tg φ_1, in der Form darstellbar[3])

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{\frac{u}{2} - \frac{1}{2}\sin u\cos(2\alpha+u)}{\frac{1}{2}\sin u\sin(2\alpha+u)}$$

Man kann sich nun leicht überzeugen, dass in Fig. 5

$$\overline{AD} = \frac{1}{2}\sin u\sin(2\alpha+u)$$

$$\overline{OD} = \frac{1}{2}\sin u\cos(2\alpha+u)$$

$$\overline{CD} = \frac{u}{2} - \frac{1}{2}\sin u\cos(2\alpha+u)$$

und folglich $\sphericalangle DAC = \varphi_1$ wird.

Die Konstruktion enthält natürlich nicht den Einfluss des Magnetisierungsstroms, dem in üblicher Weise Rechnung zu tragen ist.

[3]) Vgl. Müller-Lübeck und Uhlmann, Arch. f. Elektrotechn. 1933, H. 5.

Anwendung des elektrischen Antriebes in Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Haushalt.

Bericht

über die Diskussionsversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) vom 10. Juni 1939 in der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.

(Fortsetzung von Seite 109.)

Der Antrieb durch Mehrstufenmotoren und deren Steuerung.

Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 10. Juni 1939 in Zürich, von *W. Niedermann*, Aarau.

621.34

Der Mehrstufenmotor gestattet auf derart einfache Weise verschiedene Geschwindigkeiten einzustellen, dass seine Bedeutung immer mehr zunimmt. Beim Einzelantrieb ersetzt er mit Vorteil die Stufenriemenscheibe des Transmissionsantriebes, woraus das grosse Anwendungsgebiet ohne weiteres ersichtlich ist. — Im folgenden werden die Eigenschaften des Motors sowie seine Steuerung gezeigt und zum Schluss einige Anwendungsbeispiele besprochen.

Le moteur à plusieurs vitesses prend toujours plus d'importance. Dans les commandes individuelles, il remplace avantageusement la poulie à étages des commandes par transmission. Son champ d'application est donc très étendu. — Ce rapport mentionne les caractéristiques de ce moteur et de son réglage. Il se termine par quelques exemples pratiques.

Der Motor.

Man unterscheidet Mehrstufenmotoren mit getrennten Wicklungen und solche mit einer Wicklung, die polumschaltbar ist.

Der Motor mit *getrennten Wicklungen* besitzt für jede Geschwindigkeitsstufe eine eigene Statorwicklung. Dabei lassen sich die Leistungen der einzelnen Stufen genau den Erfordernissen anpassen. Mit der

untern, in der Nute liegenden Wicklung erzielt man jedoch ein Drehmoment, das bis zu 30 % kleiner ist als bei einem normalen Motor. Man bringt daher vorteilhaft die höheren Stufen in den untern Nutenteil und lässt den Motor über die niedrigste Stufe an. Diese Motorart ist ziemlich gross und daher auch verhältnismässig teuer.

Der Motor mit einer *polumschaltbaren Wicklung* wird gewöhnlich in Dahlanderschaltung ausgeführt, die in Fig. 1 dargestellt ist. Sie gestattet nur ein

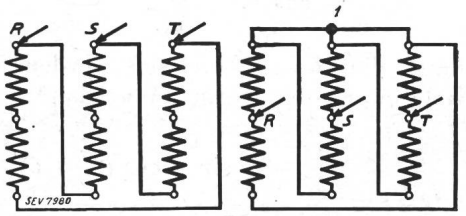


Fig. 1.
Dahlanderschaltung.
Kleine Drehzahl (Dreieckschaltung) Grosse Drehzahl (Doppelsternschaltung)
1 Nullpunkt

Drehzahlverhältnis von 1 : 2. Das Leistungsverhältnis ist ca. 1 : 1,35, das bis auf 1 : 1,5 geht bei der Zwei-Schicht-Wicklung. — Das Anzugsmoment ist bei der untern Drehzahl ca. 1,5 × Normaldrehmoment, während es bei der obern Drehzahl vom 0,8-fachen Wert bis auf 0 zurückgehen kann. Dagegen ist es bei der Ausführung in Zweischichtwicklung ungefähr gleich wie bei einem Normalmotor. Der Wirkungsgrad ist bei beiden Arten einige % kleiner als normal. — Für 3 Geschwindigkeiten wird entweder eine getrennte Wicklung hinzugefügt oder eine Wicklung wird für die 3 Stufen umgeschaltet. 4 Geschwindigkeiten werden erreicht durch zweimalige Anwendung des Dahlanderprinzipes.

Die Steuerung.

Für kleine Motoren wird zur Ein- und Umschaltung günstigerweise der Walzenschalter verwendet. Mit Rücksicht auf die heute benötigten sehr hohen Schaltzahlen ist ein System zu wählen mit Tastkontakten, wobei die beweglichen Finger durch Nocken betätigt werden.

Für mittlere und grössere Motoren oder in halb- oder ganzautomatischen Anlagen schaltet man mit einer Schützensteuerung. Sie gestattet, den Motor auf jeder Stufe vor Ueberlast zu schützen, und die Bedienung kann auf einfache und bequeme Weise über Druckknöpfe oder kleine Steuerschalter erfolgen. Die Schützensteuerung enthält für jede Stufe ein Schütz mit Motorschutz, eventuell noch eines für die elektrische Bremsung oder den Rückwärtslauf.

Anwendungsbeispiele.

Der Werkzeugmaschinenbau ist wohl gegenwärtig das weiteste Feld für diese Anwendung des Stufenmotors. Die Maschinenfabrik Menziken baut eine Schärer-Drehbank mit einem Zweistufenmotor in Dahlanderschaltung, gesteuert von einer Schützensteuerung. Die Geschwindigkeitswahl erfolgt mit einem Knebelschalter am Getriebekasten. Je ein Druckknopfschalter am Getriebekasten und am Support dient zum Ein- und Ausschalten, wobei beim Druck auf den AUS-Druckknopf zugleich gebremst wird. — Die Firma *Christen* in Bern hat eine kleine Drehbank mit 4-Stufenmotor. Die Polumschaltung erfolgt direkt durch einen Walzenschalter. Die Ein- und Ausschaltung mit Rückwärtslauf besorgt ein Umkehrschütz, gesteuert durch Druckknöpfe am Support. Die Maschinenfabrik Oerlikon baut ein 3- oder 4-Stufenaggregat zum Anbau an alte Transmissionsdrehbänke. Die Einheit ist komplett mit Walzenschalter oder Schützensteuerung, Umlenk- und Spannrolle ausgerüstet. Diese Bänke können damit auf einfache Weise modernisiert werden.

Für Ventilations- und Luftheizungsanlagen werden heute von allen führenden Firmen 2- und 3-Stufenmotoren verwendet zum Antrieb der Ventilatoren. Heizung und Lüftung werden damit auf einfachste Weise den Bedürfnissen angepasst. Die Schaltung erfolgt meist über eine Schützensteuerung, die durch Druckknöpfe oder Steuerschalter — z. B. vom Bufett eines Restaurants aus — bedient werden.

Diese Beispiele sind ein kleiner Ausschnitt aus der Fülle der Anwendungen. Sie eröffnen aber die Perspektive auf andere Gebiete, die heute noch nicht oder nur wenig von diesem einfachen Motor profitieren.

Diskussion.

S. Hopferwieser, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden: Ich möchte die interessanten Ausführungen des Herrn Referenten durch zwei Hinweise ergänzen.

Wie bereits gesagt wurde, hat in der letzten Zeit die Verwendung des polumschaltbaren Motors mit zwei, drei und vier Drehzahlen sehr zugenommen. Es handelt sich dabei überwiegend um Motoren kleinerer Leistungen, bei denen die Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit, wie aus dem Referat des Herrn Michaelis hervorging, sehr weit gehen.

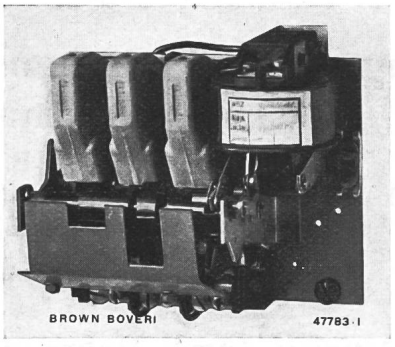


Fig. 1.
Magnetbetätigter Kleinschalter ohne Gehäuse.

Aehnliche Anforderungen werden aber begreiflicherweise auch an die zugehörigen Schaltapparate gestellt und man hat daher auch hier versucht, durch eine Art Baukasten-System die Anpassungsfähigkeit zu erhöhen. Ein einheitliches Schaltelement, verwendbar für Hand- und Magnetbetätigung, wird entweder allein oder gepaart in verschiedenartige Kasten eingebaut, die sich leicht gruppieren lassen. Fig. 1 zeigt ein solches Kleinschaltelement in der Ausführung für Magnetbetätigung, das für einen Nennstrom von 15 A ausgeführt wird. Die offene Ausführung eignet sich zum Einbau in Maschinen und Schalttafeln, für die selbständige Montage werden die Apparate in sauberen Metallkasten eingebaut. So zeigt Fig. 2 ein Dreifachschütz für einen polumschaltbaren Motor mit einer Wicklung und zwei Geschwindigkeiten, oder für einen Motor mit drei Wicklungen und drei Geschwindigkeiten.

Polumschaltbare Motoren haben aber gewisse Tücken, die man bei der Erstellung der Steuerung nicht übersehen darf. So entwickelt der polumschaltbare Motor beim Uebergang auf eine höhere Polzahl Bremsdrehmomente, die sehr hohe Werte erreichen können, nämlich bis zum 10- und 15-fachen des Nenndrehmomentes. Es ist klar, dass solche ausgesprochenen Schock-Wirkungen, wenn sie sich auch in vielen Fällen nicht schädlich auswirken, immer beachtet werden müssen, weil eben unter Umständen, je nach der Massenverteilung im Antriebssystem, nachteilige Rückwirkungen auf die angetriebene Maschine eintreten können.

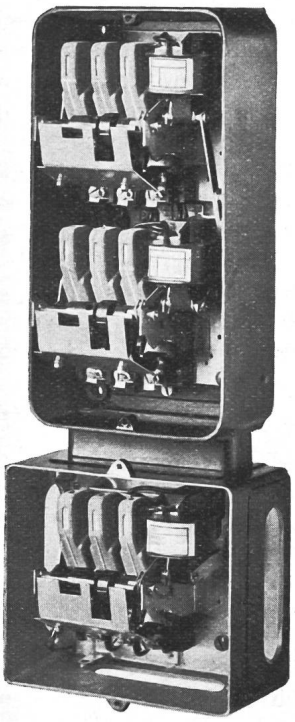


Fig. 2.
Dreifach-Schütz in Gehäuse (offen).

So hat man z. B. bei gewissen Werkzeugmaschinen, die mit polumschaltbaren Motoren angetrieben werden — ein Bild solcher Maschinen steht mir leider nicht zur Verfügung —, den handbetätigten Polumschalter mit einer Raste versehen, die ein Zurückdrehen von der Stellung für die obere Drehzahl auf die Stellung für die untere Drehzahl verhindert, womit heftige Bremswirkungen, die bei den erwähnten Maschinen unerwünscht waren, vermieden werden. Von der obersten Drehzahl kann nur durch Weiterdrehen im gleichen Sinne auf die Ausschaltstellung geschaltet werden.

Fig. 3 zeigt ein Karusselldrehwerk, angetrieben durch einen polumschaltbaren Motor von 15 — 15 — 22 kW bei 960 — 1440 — 2850 U/min. Sowohl beim Anlassen auf irgendeine der drei Drehzahlen, als auch beim Uebergang von einer auf eine andere Drehzahl, und zwar im Sinne nach oben wie auch nach unten, wird ein Anlasstransformator benutzt, der den Motor vorübergehend an eine kleine Spannung legt. Daduch werden sowohl die Stromstösse als auch die Drehmomentstösse bei jedem Schaltvorgang harmlos. Eine durch Druckknöpfe in denkbar einfachster Weise bedienbare Schützensteuerung bietet jede Gewähr für fehlerfreie Schaltung.

Das erwähnte Beispiel zeigt bereits ein Grenzgebiet für die Verwendung des polumschaltbaren Motors. Der Aufwand an Apparaten ist so gross, dass der Antrieb mit einem doch nur unvollkommen regelbaren Motor verhältnismässig teuer wird. In der Regel wird es sich in solchen Fällen lohnen, den stufenlos regelbaren Nebenschluss-Kommutatormotor zu verwenden, der auch für den Antrieb von Werkzeugmaschinen mehr und mehr benutzt wird.

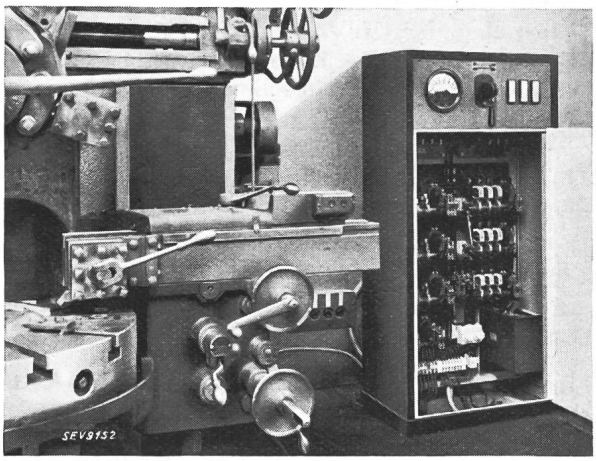


Fig. 3.
Karusselldrehwerk mit Antrieb durch polumschaltbaren Motor und Schützensteuerung.

Der elektrische Einzelantrieb in der Textilindustrie, ein Produktionsproblem.

Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 10. Juni 1939 in Zürich,
von *H. Wildhaber*, Baden. 621.34 : 677.05

Das Problem des Antriebes von Arbeitsmaschinen ist nicht allein darin zu erblicken, die Maschinen in Gang zu setzen, vielmehr muss darnach getrachtet werden, durch den Antrieb den Arbeitsvorgang zu verbessern, die Produktion zu vermehren und die Qualität des Erzeugnisses zu heben. Die bequeme und sparsame elektrische Energieübertragung und eine Reihe charakteristischer Eigenschaften des Elektromotors erlauben eine weitgehende Realisierung dieser Bestrebungen durch den elektrischen Einzelantrieb und haben diesem Antriebssystem zu grossem Erfolg verholfen. Hiefür werden zahlreiche markante Beispiele aus der Praxis in der Textilindustrie angeführt.

Le problème de la commande des machines de travail ne consiste pas seulement à la mise en marche de ces machines, mais surtout à l'amélioration du travail, grâce à une commande appropriée, et à une augmentation de la production et de la qualité des produits. La transmission commode et économique de l'énergie, ainsi que certaines caractéristiques du moteur électrique, permettent d'atteindre largement ce but, grâce à l'application de la commande individuelle, qui est de plus en plus appréciée. L'auteur présente de nombreux exemples typiques, tirés de la pratique de l'industrie textile.

Bei der Beurteilung eines Antriebes wird im allgemeinen dem Wirkungsgrad besondere Bedeutung beigemessen. Das Streben nach gutem Wirkungsgrad ist berechtigt; denn es kann zu erheblichen Einsparungen führen. Doch darf die Forderung auf hohen Wirkungsgrad auch nicht übertrieben werden, da sonst die im Laufe der Jahre erzielbaren Ersparnisse durch den einmaligen Mehraufwand für den teureren Motor aufgewogen werden. Eine mittlere Baumwollspinnerei (mit 50 000 Spindeln) verbraucht jährlich rund 2 Millionen kWh, die vielleicht 100 000 Fr. kosten. 5 % Wirkungsgradverbesserung bedeutet eine jährliche Ersparnis von rund 5000 Fr., 1 % Verbesserung eine Ersparnis von 1000 Fr. Es lässt sich nun leicht berechnen, innerhalb welcher Grenzen sich der einmalige nötige Mehraufwand für teurere Motoren noch lohnt. Mit dem elektrischen Einzelantrieb lässt sich aber noch weit mehr herausholen als nur ein guter Wirkungsgrad. *Die Produktion kann erhöht werden.* Es handelt sich nicht nur darum, eine Maschine in Gang zu setzen, sondern darüber hinaus die wertvollen Eigenschaften der elektrischen Kraftübertragung, des Elektromotors und der Steuergeräte voll auszunützen, auf den Arbeitsvorgang einzuwirken, die Produktion zu erhöhen und die Qualität der Erzeugnisse zu verbessern.